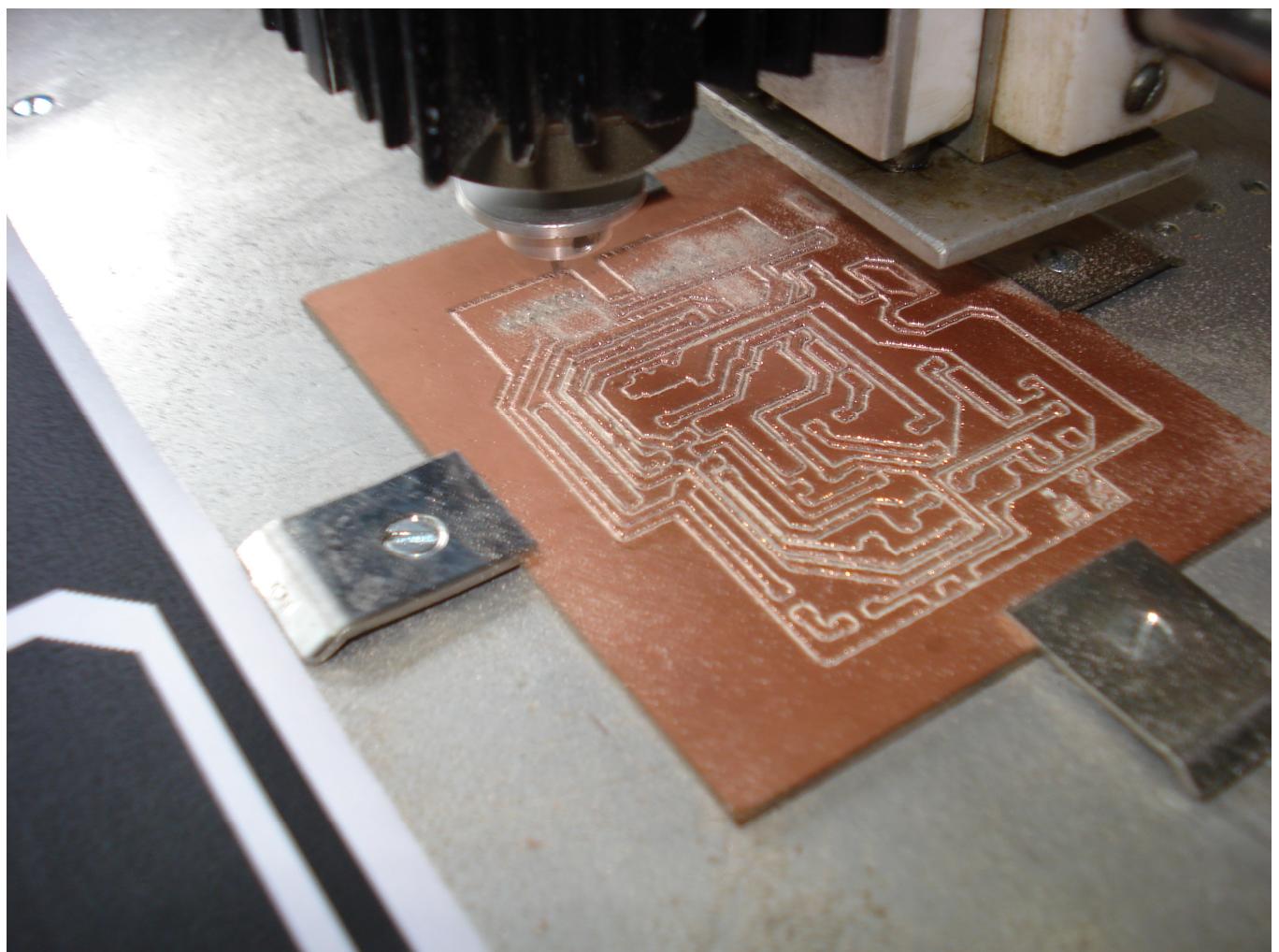


# PCIToGCode





## *Manual do usuário*

O PCIToGCode é um aplicativo que foi desenvolvido para converter imagens de placa de circuito impresso em arquivo de códigos G para máquinas CNC.

Com o arquivo de códigos G é possível fresar uma placa de circuito impresso virgem em uma fresadora CNC desenhando os contornos das trilhas isolando-as para que cumpram a sua função de conexões entre os componentes da placa de circuito impresso.

Também é possível fazer toda a furação das ilhas automaticamente e até mesmo recortar a borda da placa para que ela fique no tamanho desejado.

O programa foi criado para facilitar e acelerar o processo de fabricação de uma placa de circuito impresso para ajudar na etapa de desenvolvimento de protótipos.

Outra idéia interessante é usar essa ferramenta para converter a imagem de uma placa de uma revista ou da internet e poder montar aquele projeto que necessita da confecção da placa sem ter que recorrer à ajuda de um programa de CAD para PCI.

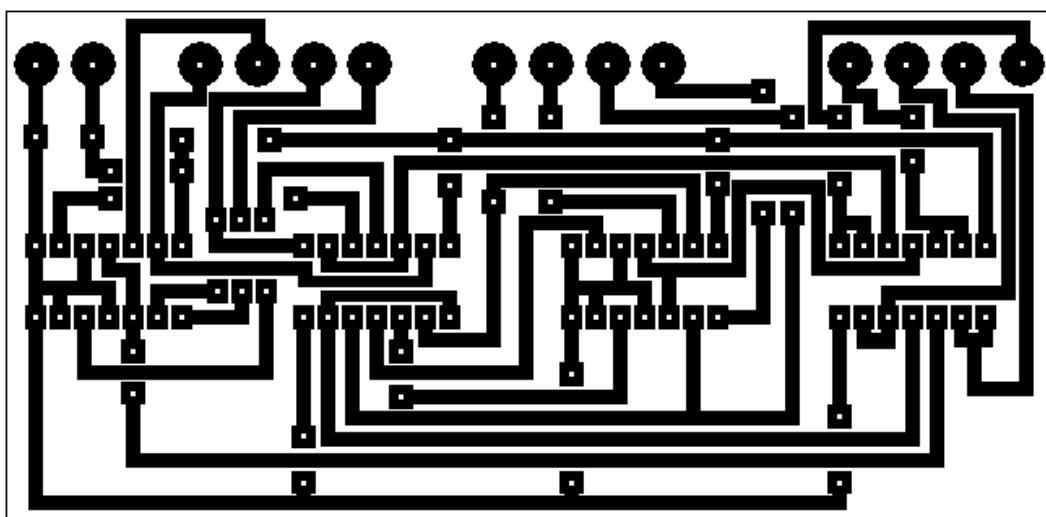
Quando o usuário encontra em uma revista ou na internet um projeto de um circuito eletrônico qualquer que exija uma placa de circuito impresso para ser implementado ele tem três alternativas:

1º - Fazer a placa de circuito impresso pelos processos manuais (desenho a mão livre com caneta retroprojetora, processo serigráfico, processo fotográfico, etc) que demora horas para ser concluído.

2º - Desenvolver a placa novamente em um programa de CAD para PCIs e gerar o arquivo de código G para fresagem na máquina CNC ou enviar o arquivo para empresas especializadas e pagar um bom preço por isso. Também demandando várias horas de serviço.

3º - Obter a imagem em arquivo do desenho da placa de circuito impresso e com a ajuda do aplicativo PCIToGCode converter em um arquivo de códigos G para fresagem em uma CNC caseira e em poucos minutos ter a placa pronta! É isso mesmo que o programa faz!

Vamos usar o exemplo da imagem abaixo para aprender a utilizar o programa:



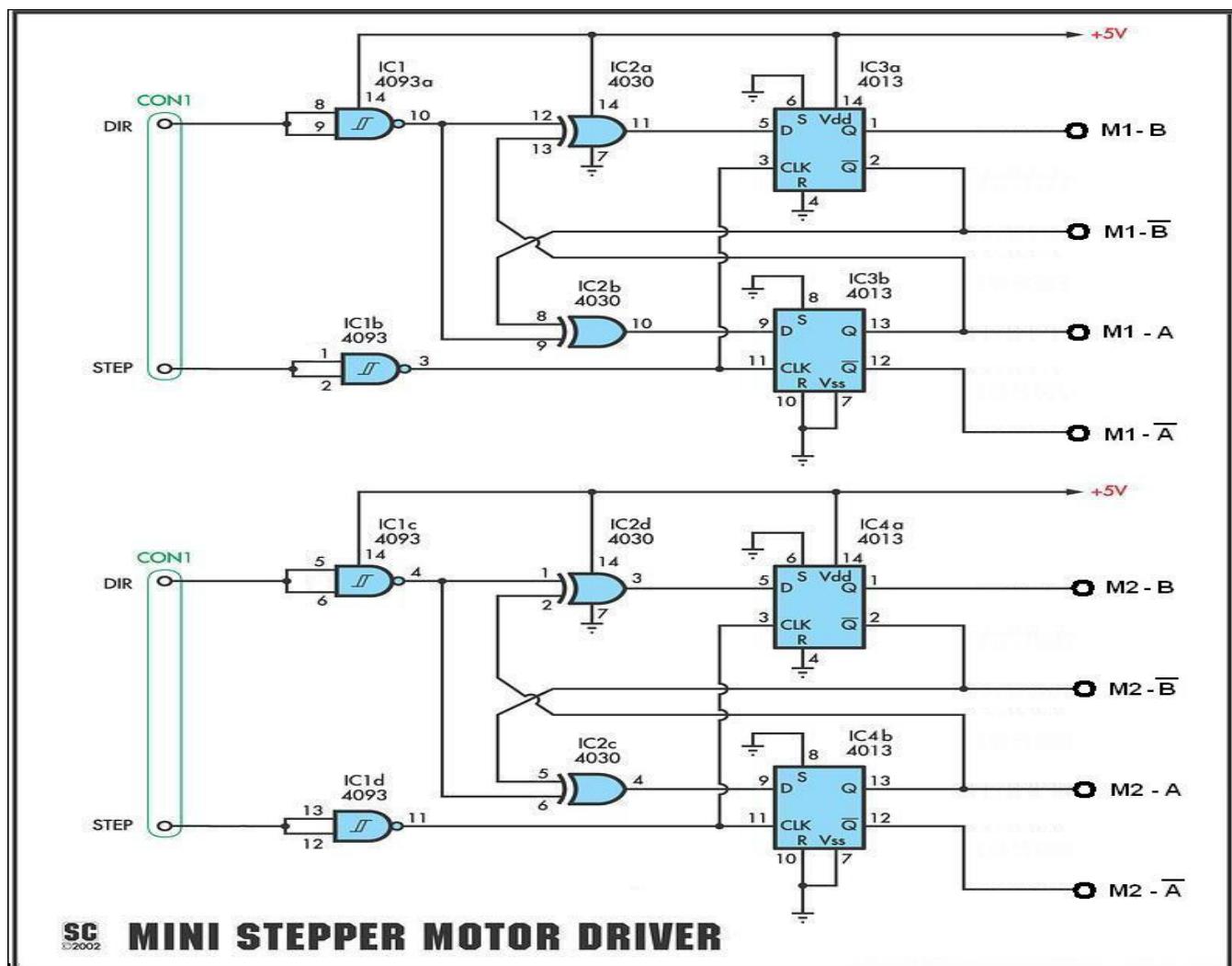
## PCIToGCode

O primeiro passo é obter a imagem em arquivo seja da Internet ou com um scanner. Para obter bons resultados é importante uma resolução mínima de 150DPI o recomendável seria 250 DPIs para uma imagem de tamanho real. Tente obter a imagem mais nítida possível. Uma boa imagem é fundamental para a qualidade da conversão final para código G. Outro ponto importante é que a imagem não esteja torta e esteja mais alinhada possível nos eixos X e Y do scanner, pois o PCIToGCode possui um algoritmo de detecção das retas e se a imagem estiver torta não resultará em uma boa performance na detecção e menos retas serão detectadas aumentando o número de comandos do código G que será gerado.

Caso a imagem não esteja com uma qualidade aceitável é uma boa idéia fazer uma correção em algum programa de tratamento de imagens.

A placa usada no exemplo é para montar um circuito lógico para motor de passo que gera a seqüência de acionamento. Esse circuito foi usado na minha CNC onde todo o projeto mecânico e eletrônico foi projetado e construído do zero sem usar nenhuma mecânica ou circuitos prontos.

Segue o esquema:



Essa placa foi confeccionada na CNC e montada com funcionamento comprovado.

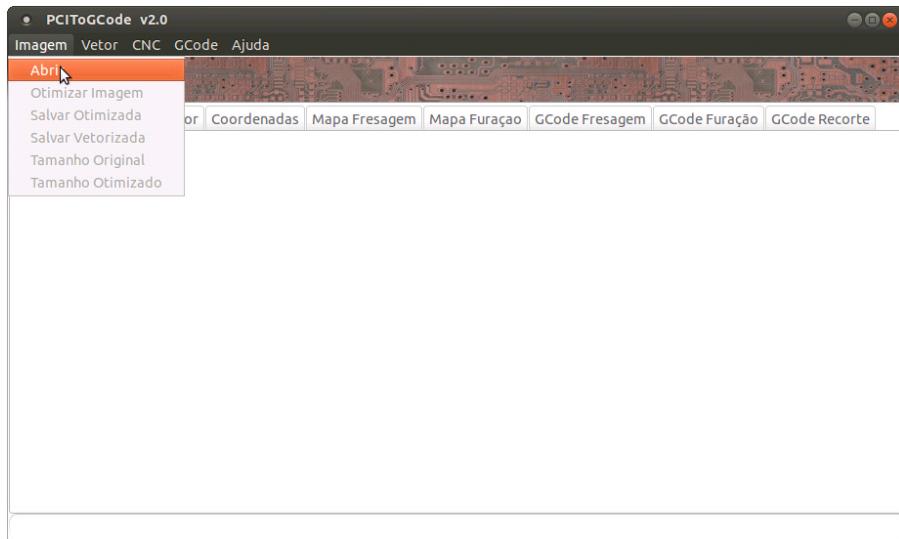
No final desse manual incluí algumas imagens do projeto pronto.

A primeira etapa da conversão é carregar a imagem da placa que pode ter sido feita em um programa de CAD ou até mesmo em um programa de desenho como o “Paint” no caso de usuários Windows ou no “KolourPaint” no caso de usuários Linux. Para projetos simples eu costumo usar o KolourPaint e para isso tenho algumas imagens de

## PCIToGCode

ilhas de CIs e outros componentes que servem de templates batendo posicionar e depois desenhar as trilhas. A placa desse manual foi feita dessa maneira.

Clique no menu “Imagen” e em seguida no submenu “Abrir”:

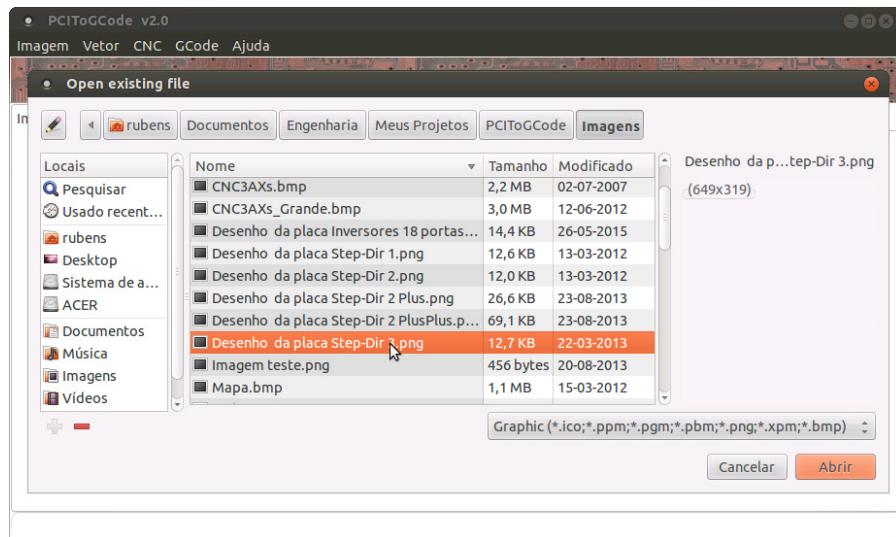


Deverá abrir uma caixa de dialogo para o carregamento de uma imagem.

Note que é possível abrir diversos formatos de imagem inclusive “JPG”, mas o recomendável é o formato “PNG” ou “BMP” que por não ter compressão de dados torna as imagens mais nítidas.

Não se esqueça de que uma boa imagem é fundamental para o sucesso da conversão, então algum retoque ou ajuste de brilho e contraste em algum programa de tratamento de imagem é sempre válido.

Navegue pelas pastas até encontrar o arquivo, selecione e clique no botão “Abrir”:

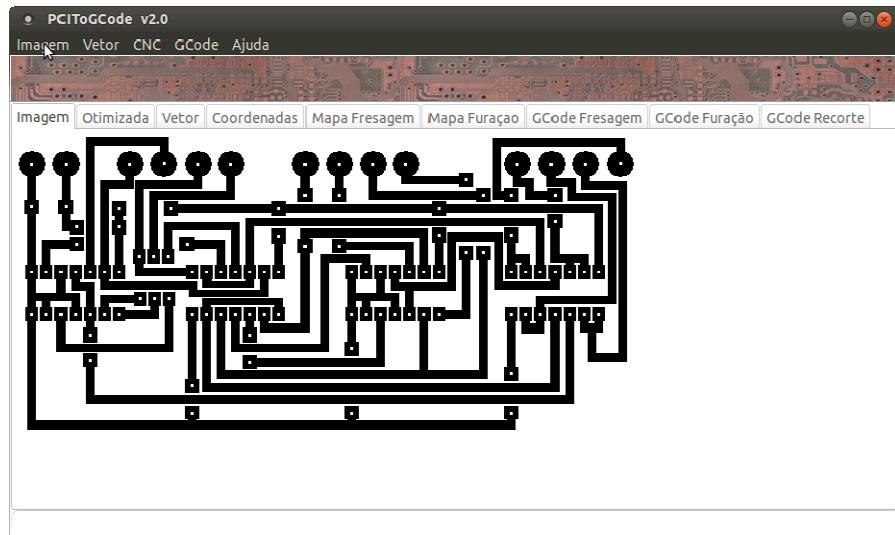


Depois de selecionado o arquivo a imagem é carregada na primeira guia “Imagen”.

Caso a imagem seja maior do que o espaço da tela basta dar clique duplo na imagem para que ela se ajuste automaticamente ao tamanho da tela.

# PCIToGCode

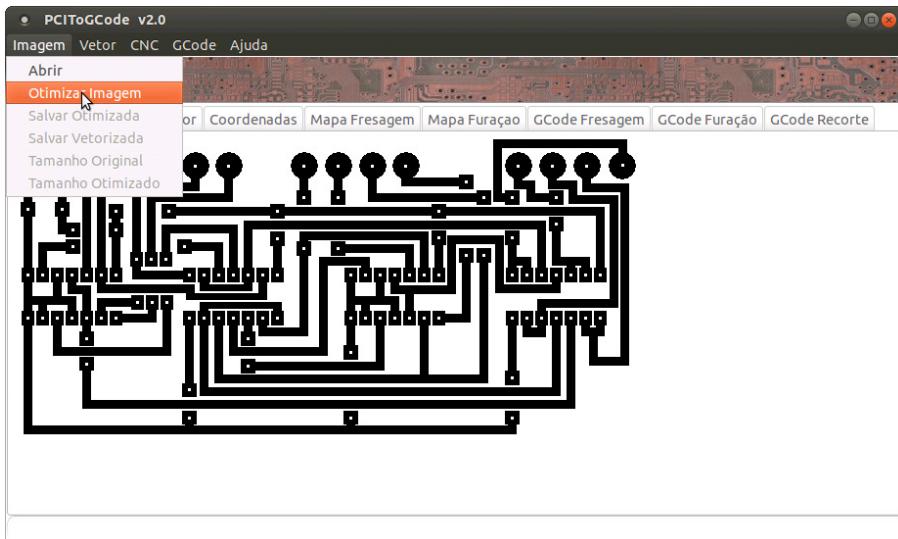
Imagen inicial carregada:



Antes de iniciar o processo é necessário que a imagem seja transformada para preto e branco para que o processo de detecção das bordas funcione corretamente.

Depois de aberta a imagem accese o menu “Imagen” e clique no submenu “Otimizar Imagem”.

Note que existem vários itens do menu que estão desabilitados, isso foi feito propositalmente para que as etapas dependentes sejam executadas na ordem correta pois de nada adiantaria pular uma etapa.



Esta função serve para otimizar o desenho excluindo as bordas em branco e interpretando a luminosidade de cada pixel da imagem transformando-o em preto ou branco que será carregado na guia “Otimizada”.

Esta nova imagem é que realmente será utilizada para o processamento.

Na caixa de dialogo “Otimizar Imagem” que aparece devemos escolher um fator de otimização que resulte em uma melhor imagem. Quanto mais clara estiver à imagem devemos escolher um fator mais alto e quando mais escura um fator mais baixo. Quanto mais alto o fator de Branco mais os pixels com luminosidade alta serão considerados como pixel preto. Quanto mais baixo o fator de Branco mais os pixels com luminosidade baixa serão considerados como pixel branco.

Nesta etapa é importante verificar visualmente a qualidade da imagem para que a conversão saia perfeita.

Imagen após a conversão:

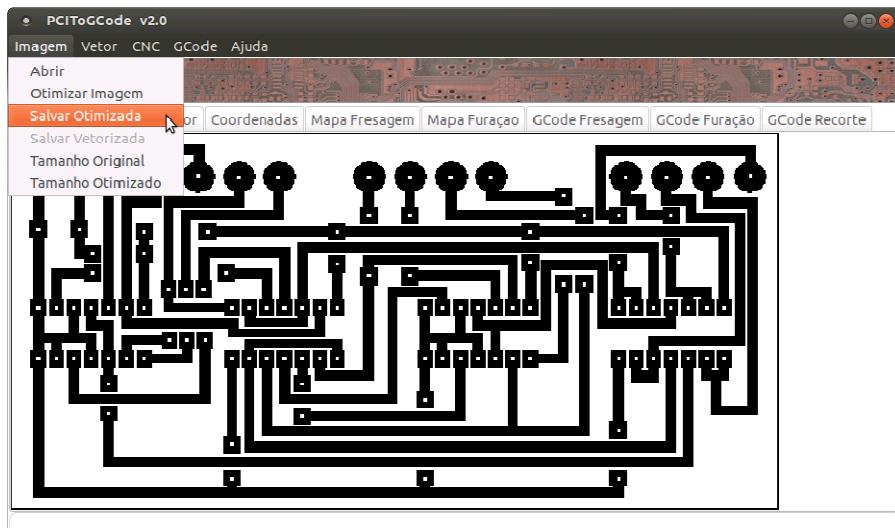


O valor do “Fator de Branco” pode variar entre 1 e 10000 clicando nos controles de seta ou também pode ser digitado um valor. Essa etapa é de grande importância para uma boa conversão, quanto melhor a definição das bordas da imagem melhor será a vetorização da imagem. Depois que se clica no botão “Otimizar” a imagem será processada e vai surgir uma nova imagem na guia “Otimizada”. Então podemos avaliar se o resultado ficou bom ou então refazer o processo com outro fator de Branco para tentar obter uma qualidade melhor.

Note que a janela de otimização permanece aberta para poder avaliar o resultado na imagem e poder refazer novamente a otimização depois de alterado o controle caso necessário. Se a imagem original for colorida também será transformada para preto e branco. Caso a otimização não fique com uma boa qualidade é necessário trabalhar com a imagem em algum programa de tratamento de imagem para corrigir as imperfeições ou tentar obter uma nova imagem com qualidade melhor. Na parte de baixo da tela temos um botão deslizante que define a distância da borda da placa. Toda a vez que uma imagem é otimizada se não existir uma borda ela será desenhada a uma determinada distância das trilhas conforme foi configurado neste botão. Se o desenho da borda existir deixe o controle em zero, pois se não, será desenhado mais um contorno em volta. Depois de fechado a janela de otimização poderemos ver a imagem otimizada que não deverá ter imperfeições.

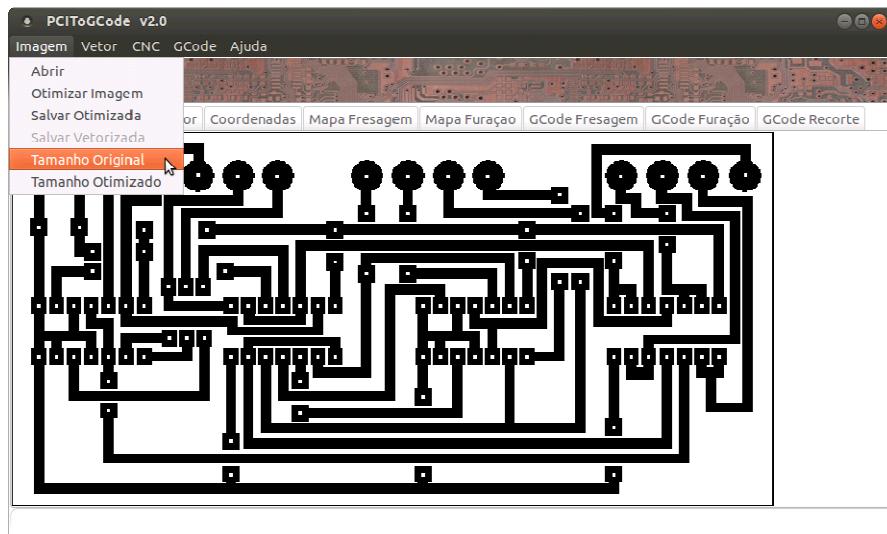
A imagem otimizada pode ser salva clicando no menu “Arquivo” e no submenu “Salvar Otimizada”.

Não é necessário salvar a imagem para continuar o processo de conversão.

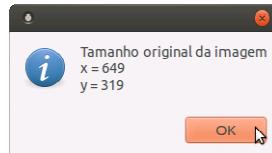


## PCIToGCode

Para saber o tamanho da imagem original em pixels abra o menu “Imagen” e clique no submenu “Tamanho Original”.

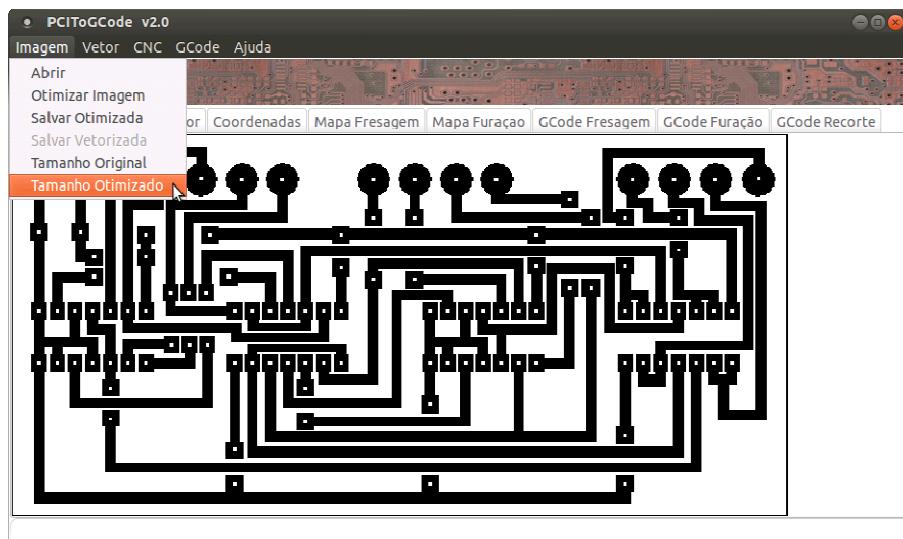


Em seguida aparece a caixa de dialogo informando o tamanho da imagem original.



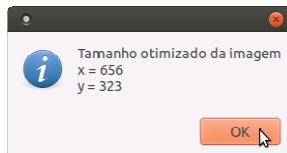
Depois que é feita a otimização da imagem o tamanho geralmente fica um pouco menor, pois no processo de otimização são recortadas as bordas em branco que não são necessárias para a conversão.

Para saber o tamanho da imagem otimizada em pixels abra o menu “Imagen” e clique no submenu “Tamanho Otimizado”.

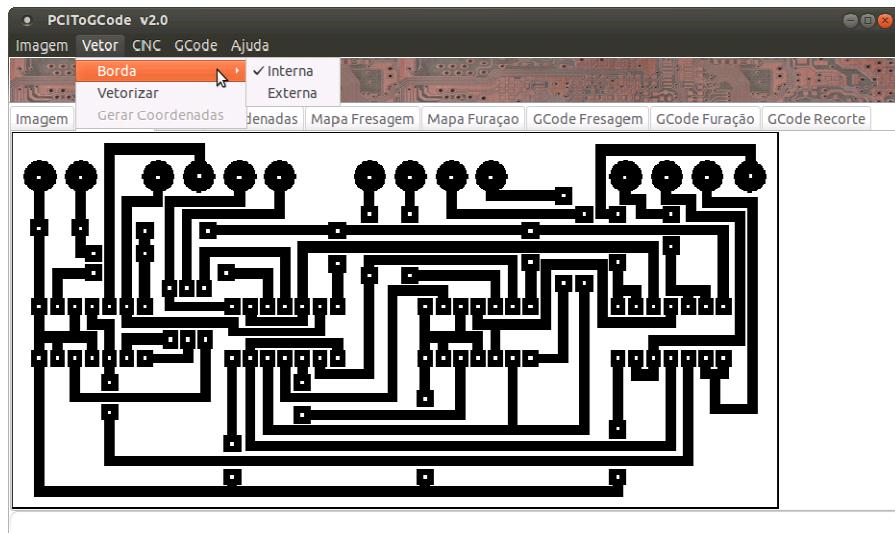


## PCIToGCode

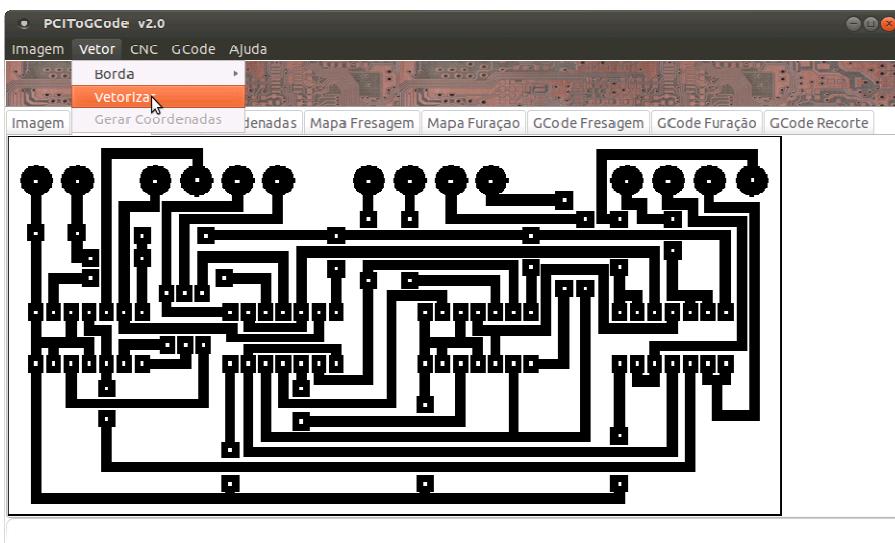
Em seguida aparece a caixa de dialogo informando o tamanho da imagem.



Agora chegou o momento de vetorizar a imagem para que fique somente com os contornos das trilhas que serão fresados. No menu “Vetor” acesse o submenu “Borda” onde podemos escolher entre as opções “Interna” ou “Externa”. Dependendo do desenho a vetorização ficará melhor com uma opção ou outra.



Para evitar dúvidas nas etapas a seguir e obter os resultados esperados da conversão os menus inicialmente estão desabilitados e vão sendo habilitados na ordem que devem ser usados. Por exemplo, antes de fazer a otimização da imagem o menu da etapa seguinte “Vetorizar” está desabilitado, somente depois que foi feita a otimização da imagem o menu é habilitado e podemos seguir para a próxima etapa. Agora podemos abrir o menu “Vetor” e selecionar o submenu “Vetorizar” para que o aplicativo detecte os contornos das trilhas que é justamente onde a placa será fresada.

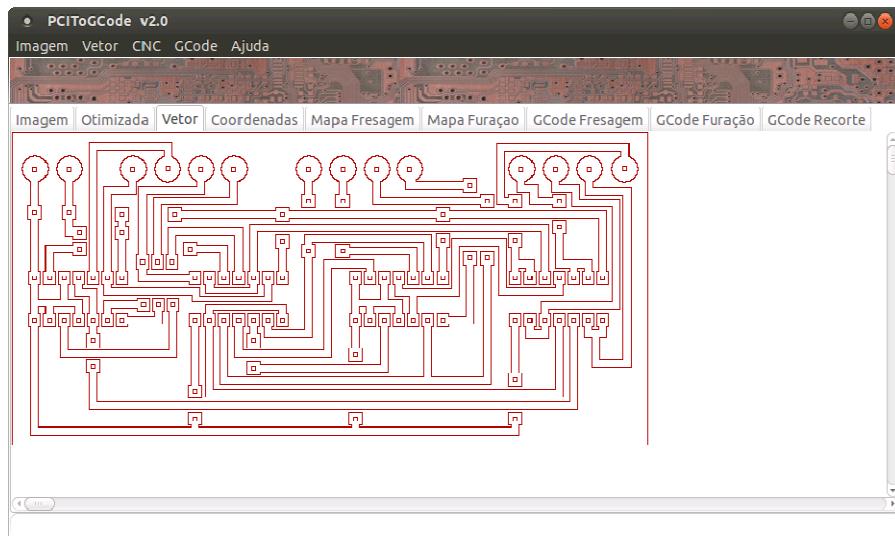


## PCIToGCode

Ao termino do processamento irá surgir à imagem vetorizada na guia “Vetor”. Essa imagem corresponde ao vetor das trilhas pela borda interna, pois é o que estava selecionado.

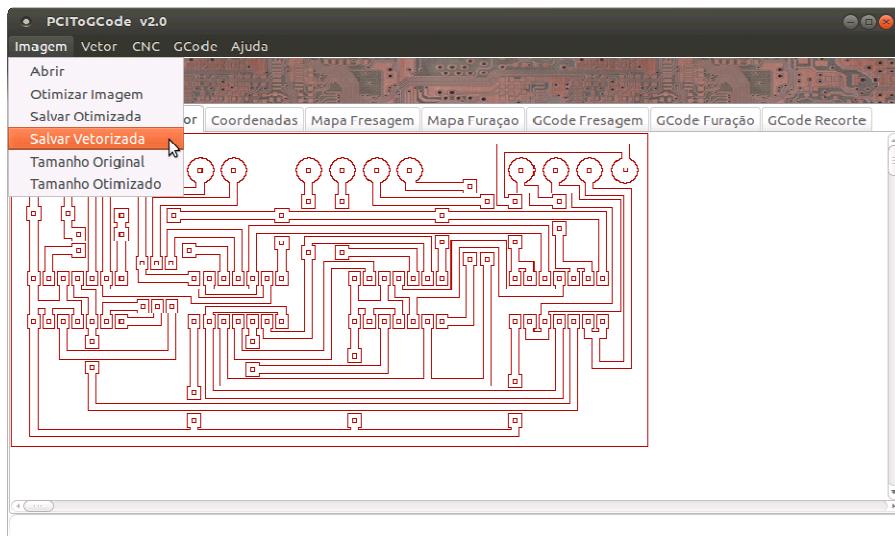
Tente vetorizar pela borda externa para ver a diferença.

O ideal nesta imagem é que as bordas de cada trilha ou ilha não encostem umas nas outras fazendo com que o código G a ser gerado seja otimizado.



A imagem vetorizada também poderá ser salva abrindo o menu “Imagen” e clicando no submenu “Salvar Vtorizada”.

Não é necessário salvar a imagem para continuar o processo de conversão.



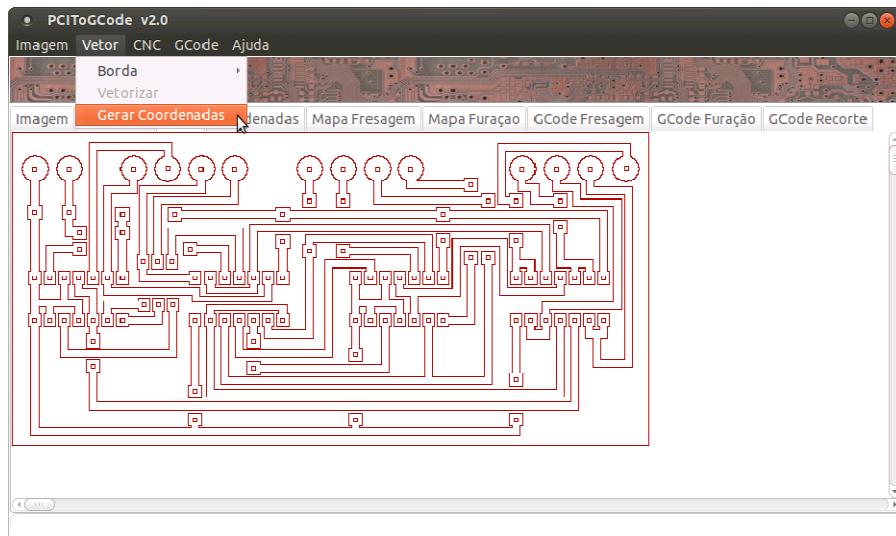
O menu “Gerar Coordenadas” que antes estava desabilitado agora está disponível porque a vetorização já foi feita, como mencionado anteriormente isso evita que um usuário inexperiente pule etapas importantes do processo.

O processo de gerar coordenadas fará uma varredura na imagem pixel a pixel detectando os vetores no plano XY armazenando essas informações em coordenadas no formato de quantidade de pixel e ainda não em medidas.

Quando um pixel pertencente a uma borda de uma trilha for detectado o processo segue essa linha até terminar o contorno de uma trilha do início ao fim terminando no mesmo ponto de inicio.

## PCIToGCode

Se prestarem atenção vão perceber que o desenho das trilhas são um circuito fechado, ou seja se seguirmos a linha de uma borda de uma trilha em uma determinada direção, em algum momento chegaremos no mesmo ponto. Para otimizar a fresagem e evitar falhas, quando o contorno de uma trilha chaga ao fim a ferramenta ainda avança alguns décimos de mm no inicio de onde já foi fresado para garantir a união do inicio com o fim da fresagem. Também é nessa etapa que as retas são detectadas para otimizar os códigos G. Agora que já temos uma idéia de como funciona e com o submenu habilitado após a vetorização abrir o menu “Vetor” e clicar no submenu “Gerar coordenadas”.

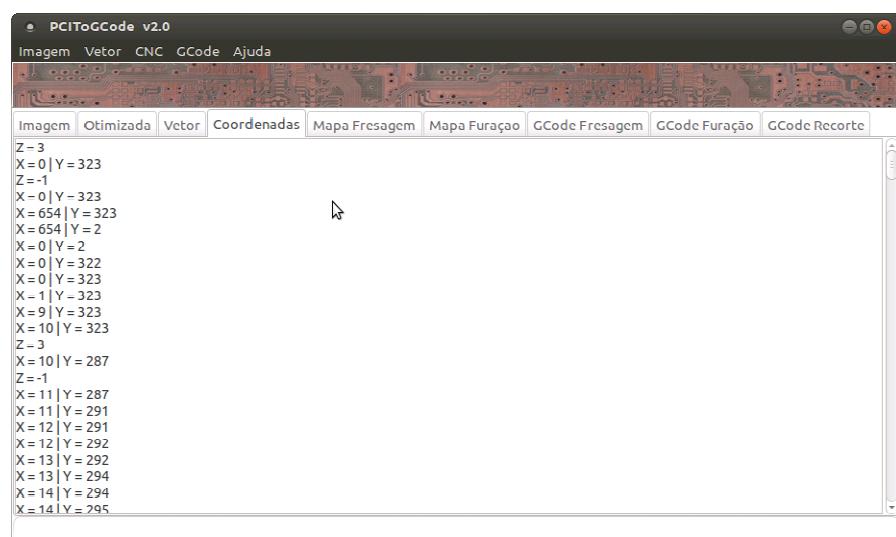


O aplicativo vai fazer um processamento da imagem vetorizada gerando coordenadas numéricas dos eixos X, Y e Z em unidades de pixel.

Esses dados obtidos são as coordenadas numéricas dos vetores obtidos no processo de vetorização.

Os dados serão usados nas próximas etapas para gerar o código G.

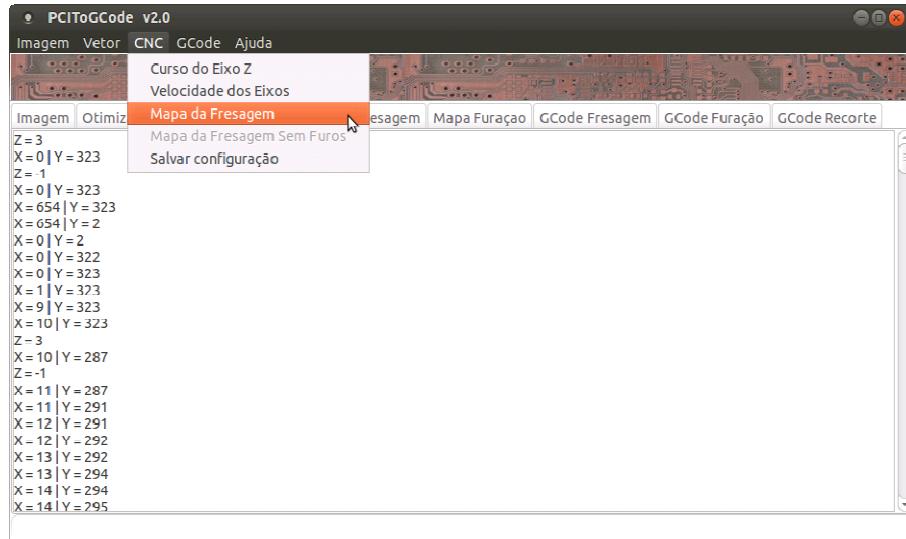
Os dados podem ser vistos na guia “Coordenadas”.



Um recurso interessante do aplicativo é a pré-visualização do mapa de fresagem do código G que será gerado. Neste momento que já temos as coordenadas numéricas dos vetores da imagem é possível ter uma prévia dos caminhos de fresagem e de deslocamento da ferramenta.

## PCIToGCode

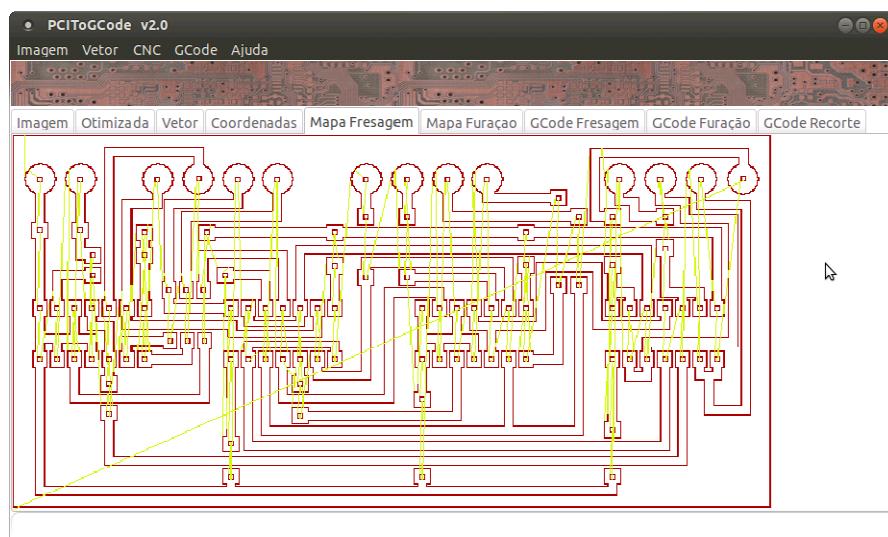
Entre no menu “CNC” e clique no submenu “Mapa de fresagem”.



O aplicativo faz um processamento das coordenadas dos vetores gerados desenhando um mapa do fresamento sendo que as linhas vermelhas são as áreas fresadas e as amarelas representam o deslocamento da ferramenta até o próximo ponto de inicio de fresagem.

Quanto maior a quantidade de linhas amarelas maior é o número de deslocamentos que a maquina fará sem estar fresando e isso significa uma menor eficiência no processo da maquina.

O resultado poderá ser visualizado na guia “Mapa de Fresagem”.



Note que o contorno dos furos também serão fresados o que ajuda se o processo de furação for manual.

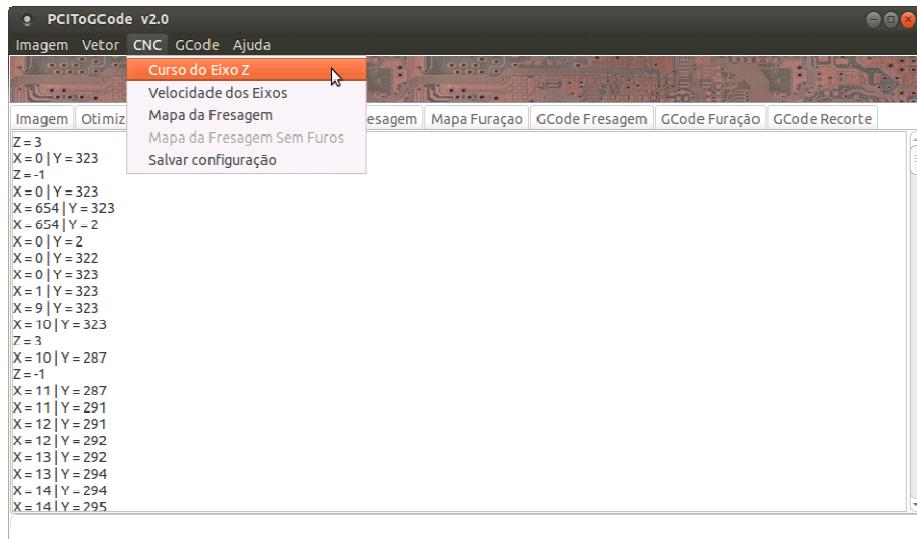
Mais a frente veremos uma maneira de eliminar os contornos dos furos da etapa de fresagem o que realmente não é necessário se a furação será feita de forma automática pela CNC.

Isso otimiza a fresagem diminuindo muito o tamanho do código G e o tempo de fresagem.

A partir de agora nas próximas etapas já começamos a definir medidas para que a máquina CNC interprete as dimensões corretas da placa.

Portanto, antes de prosseguir é necessário definir algumas configurações que vão influenciar nos dados do Código G gerado.

No menu “CNC” clicar no submenu “Definir curso do eixo Z”.



Nesta tela devemos entrar com os dados referentes ao trabalho do eixo Z.

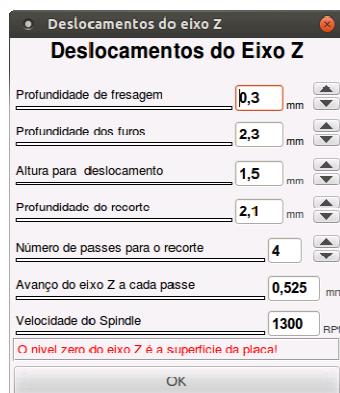
Quando a tela se abre podemos notar que já existem valores preenchidos em todos os campos, isso porque o programa grava um arquivo de configuração que é carregado toda vez que o programa é aberto.

Os dados a serem ajustados são:

- Profundidade de fresagem
- Profundidade dos furos
- Altura para deslocamento
- Profundidade do recorte
- Número de passes para o recorte
- Velocidade do Spindle

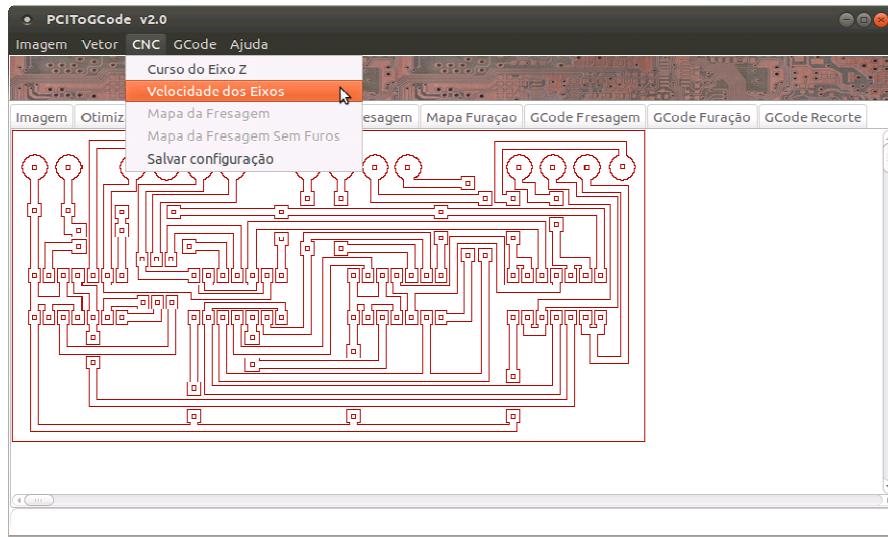
Acredito que a maioria dos itens são auto-explicativos não sendo necessário detalhar cada um.

O item “Profundidade do recorte” define a espessura que a ferramenta deverá descer para recortar o contorno da placa que no caso deve ser igual a espessura da própria placa. Para evitar a quebra da ferramenta é interessante fazer o recorte em mais de uma etapa, ou seja, a ferramenta desce um pouco por vez a cada contorno da placa até atingir a profundidade total. O campo “Avanço do Eixo Z a cada passe” mostra o quanto a ferramenta desce a cada contorno dependendo do valor especificado no campo “Número de passes para o recorte”. Lembrando que a altura de referencia (nível zero) é a própria superfície da placa e deve ser ajustado no startup da maquina.

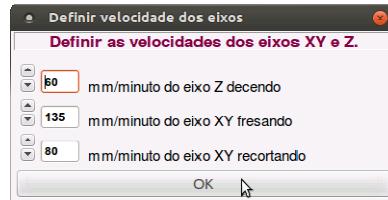


## PCIToGCode

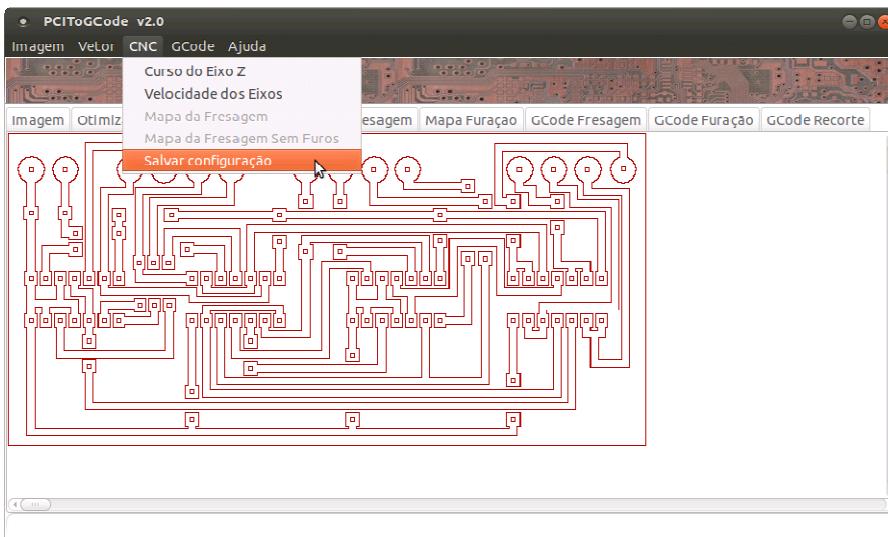
Outra configuração necessária é definir a velocidade máxima de fresagem dos eixos X,Y e Z. No menu “CNC” clicar no submenu “Velocidade dos eixos”.



Na tela devemos entrar com a velocidade máxima de fresagem dos eixos X e Y e a velocidade de decida do eixo Z. A velocidade esta especificada em milímetros por minuto.

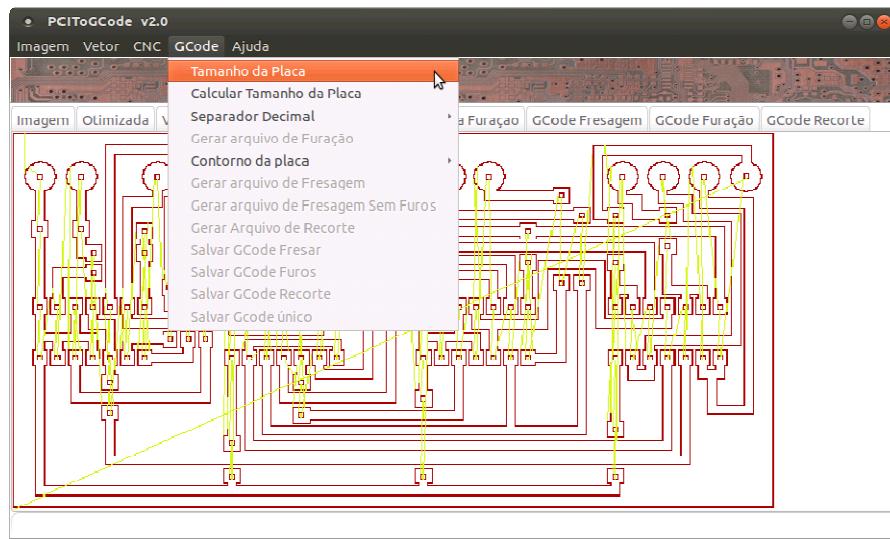


Quando abrimos o software pela primeira vez as configurações vêm com os valores padrão, mas sabemos que cada tipo de maquina vai necessitar de uma configuração apropriada. Para personalizar e não ter que ficar modificando as configurações todas as vezes que abrimos o software existe a opção de salva-las no menu “CNC” escolhendo o submenu “Salvar Configuração”.



## PCIToGCode

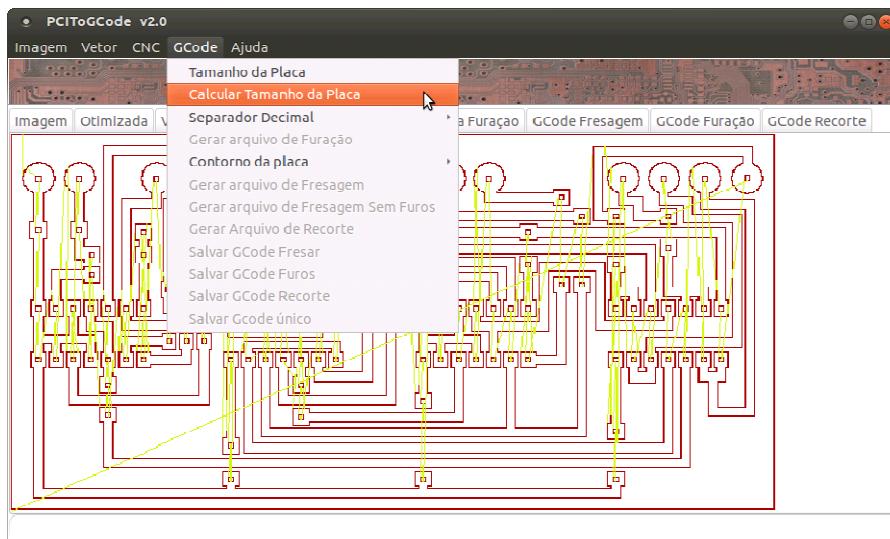
Agora é necessário informar qual é o tamanho real da placa para que as medidas no Código G fiquem corretas. Entre no menu “GCode” e clique no submenu “Tamanho da placa”.



Na tela temos que definir as dimensões reais da placa.



Conforme definimos as dimensões reais da placa a resolução é atualizada na tela. Note que a resolução dos dois eixos X e Y devem estar o mais próximo possível a não ser que a imagem esteja fora de proporção nos eixos X e Y. Para facilitar a especificação correta do tamanho da placa foi incluída uma ferramenta que se baseia na distância padrão das ilhas de CIs. Entre no menu “GCode” e clique no submenu “Calcular Tamanho da Placa”.



## PCIToGCode

Para calcular o tamanho da placa devemos clicar em uma ilha de um CI da imagem vetorizada e em seguida clicar no botão “Capturar primeiro ponto”, em seguida clicamos na ilha ao lado e depois no botão “Capturar segundo ponto”. Note que se pegamos dos furos que estão na mesma horizontal devemos calcular a resolução para o eixo X, caso contrario o cálculo será pata o eixo Y.

Agora podemos clicar no botão “Calcular resolução”. Podemos fazer isso somente para o eixo X, somente para o eixo Y ou para ambos.



Depois de capturado as posições e clicando no botão “Calcular Resolução” o valor da resolução aparece ao lado do botão. É esse valor que será usado para calcular o tamanho real da placa.

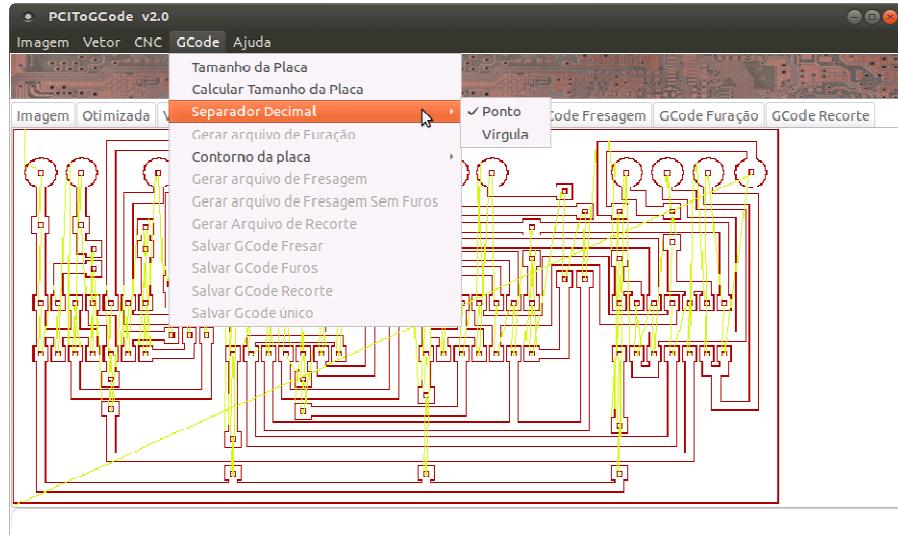


Quando dermos um OK no botão desta tela automaticamente ira abrir a tela “Medidas da Placa” onde poderemos conferir se as dimensões conferem.

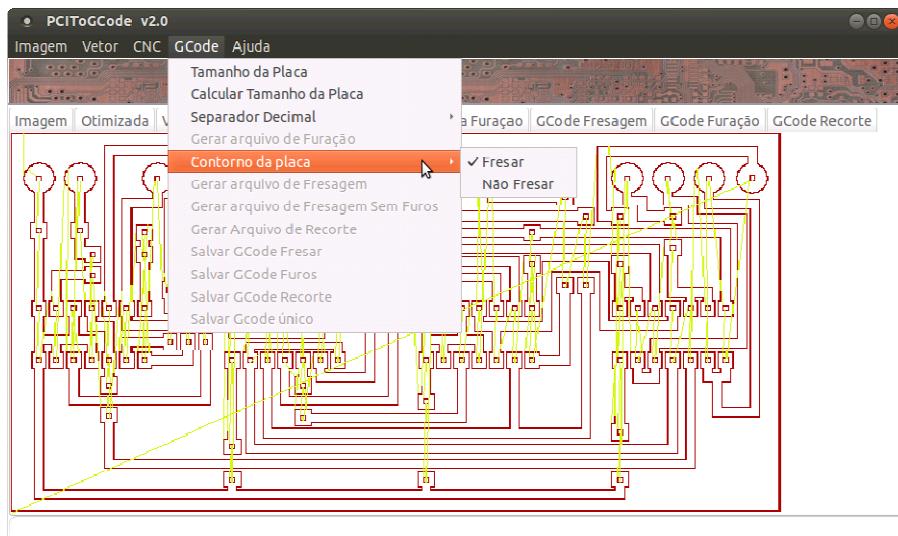


## PCIToGCode

Antes de gerarmos os comandos de Códigos G devemos escolher se o separador decimal será ponto ou vírgula. Alguns softwares de CNC aceitam pontos outros aceitam vírgula, então o usuário deverá consultar a documentação do software que controla sua maquina CNC e configurar corretamente para gerar os comandos com o separador decimal compatível. Clique no menu “GCode” e acesse o submenu “Separador Decimal” para escolher a opção.



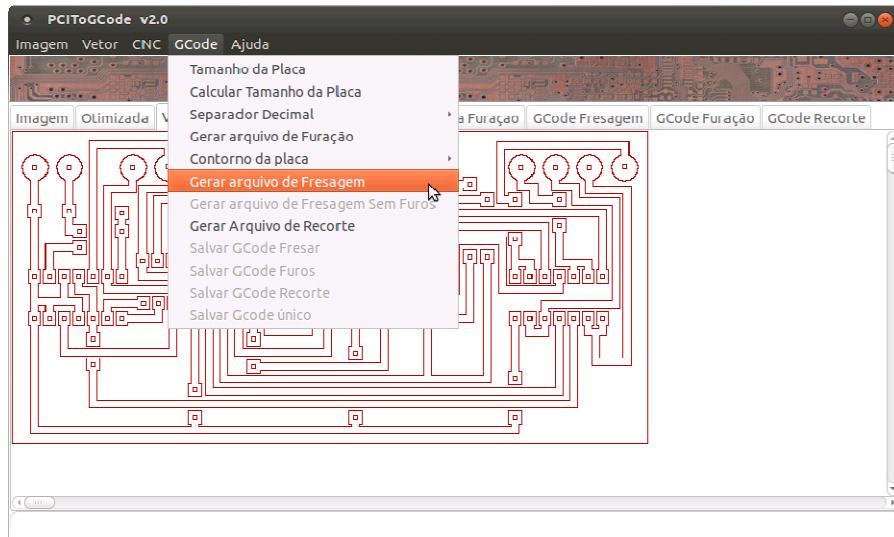
No processo de otimização da imagem é gerado automaticamente uma borda desenhando o contorno da placa para facilitar na hora de recortar a placa. Em alguns casos pode ser que a placa não tenha um formato convencional retangular e sim uma forma irregular, então não faz sentido fresar um retângulo em volta da placa. Se não se deseja fresar essa borda é só escolher a opção no menu “GCode”, submenu “Contorno da Placa” e escolher a opção “Não Fresar”, caso contrario deixe na opção “Fresar” marcada.



Agora que já fizemos todas as configurações necessárias estamos prontos para começar a gerar o código G. O programa gera o Código G com os comandos mais comuns de posicionamento e por isso será compatível com qualquer interpretador. Lembre-se que um bom resultado depende não só de uma ótima conversão da imagem para o Código G, mas também dos ajustes da maquina CNC e principalmente da ferramenta de corte, pois as distâncias entre as trilhas podem ter décimos de mm ou menos. Uma ferramenta com vibração pode fresar um sulco mais largo do que o necessário e literalmente destruir as trilhas.

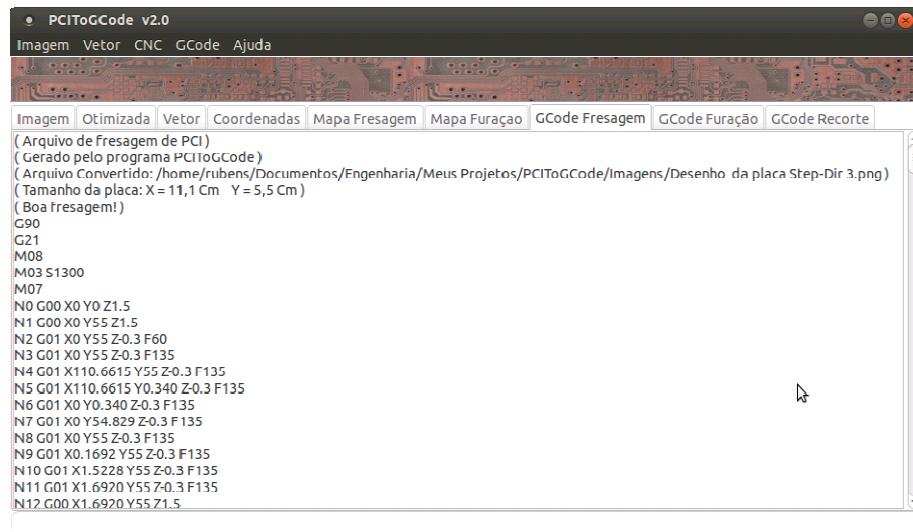
## PCIToGCode

Para gerar o Código G de fresagem basta entrar no menu “GCode” e clicar no submenu “Gerar arquivo de fresagem”.



Baseado nos dados de configuração, das coordenadas geradas pela vetorização da imagem e sua resolução o aplicativo vai gerar o Código G.

Na guia “GCode Fresagem” poderá ser visto todo o Código G que foi gerado.



O arquivo que é gerado contém um cabeçalho com informações básicas para o usuário, alguns comandos comuns para inicialização da maquina, os Códigos G de movimentação e fresagem e no final do arquivo alguns comandos para finalização do processo.

Logo no inicio temos uma descrição do arquivo para identificar a funcionalidade do Código G que foi gerado que pode ser “Fresagem”, “Furação” ou “Recorte”.

Em seguida a identificação do software que gerou o arquivo, no caso o PCIToGCode.

A próxima linha contém a informação do caminho e o nome da imagem que foi convertida para facilitar a localização dos arquivos do projeto.

Na outra linha é especificado o tamanho da placa.

E por último uma saudação desejando um bom trabalho.

## PCIToGCode

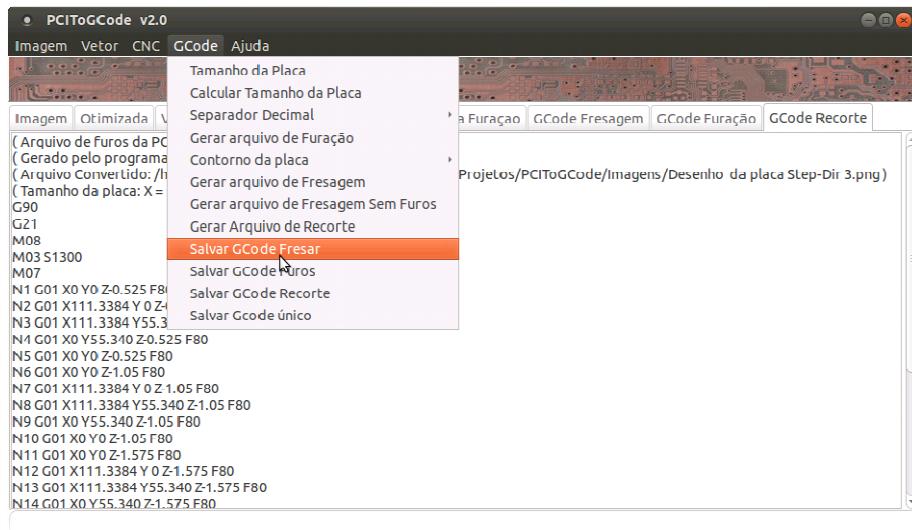
Descrição dos comandos do arquivo:

```
G90 => Define coordenadas absolutas  
G21 => Define programação em milímetros  
M08 => Liga refrigeração  
M03 S1300 => Liga o Spindle com velocidade de rotação de 1300RPM  
M07 => Liga refrigeração 2
```

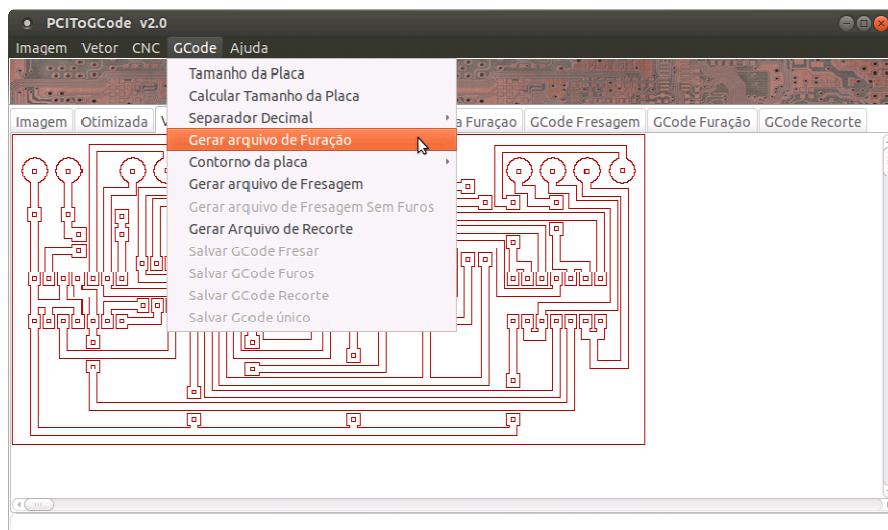
Caso a maquina estiver equipada com recursos de refrigerantes e controle do Spindle esses serão ligados automaticamente. No final do arquivo tem também os comandos para desligar os refrigerantes e o Spindle.

```
M05 => Desliga o Spindle  
M09 => Desliga a refrigeração  
M18 => Desliga a refrigeração 2  
M02 => Fim de programa
```

Para salvar o Código G abra o menu “GCode” e clique no submenu “Salvar GCode Fresar”.

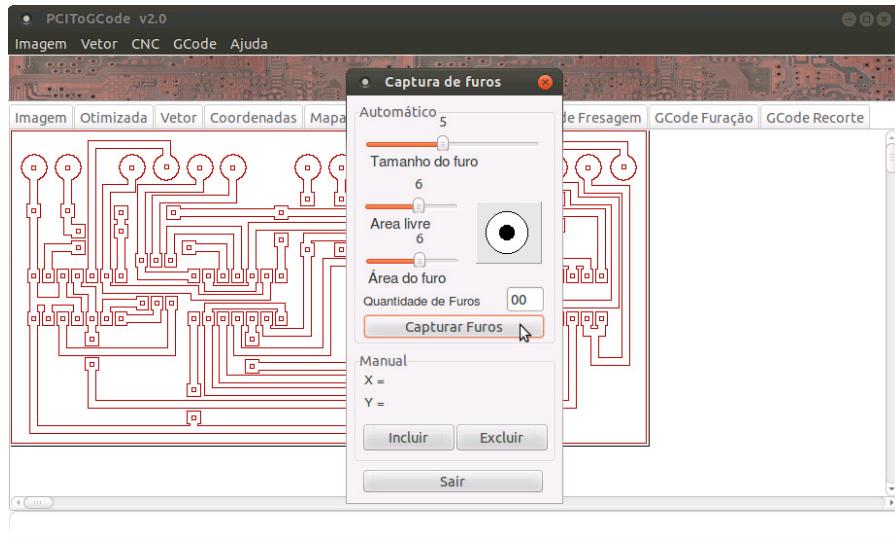


Outro recurso interessante é gerar o arquivo das furações permitindo que seja feita a furação automática da placa. No menu “GCode” clique em “Gerar arquivo de Furação”.



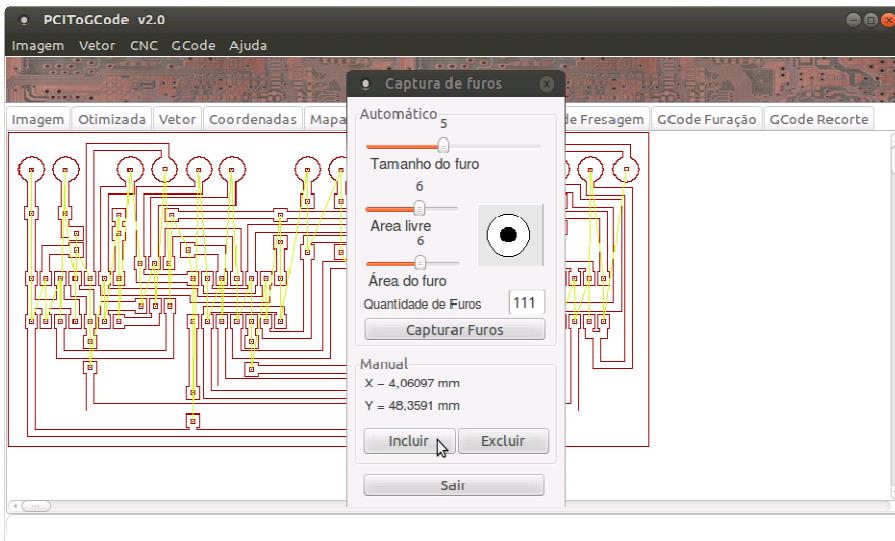
## PCIToGCode

A janela “Captura de furos” vai aparecer.



A detecção dos furos se baseia na dimensão padrão dos furos (0,8 a 1mm) e na distância entre o furo e as bordas dos contornos da ilhas.

O tamanho dos furos e das ilhas pode variar bastante o que causaria falhas na detecção se as medidas padrão para detecção fossem fixadas. Para evitar isso foram incluídos vários ajustes na tela que adaptam a detecção para placas com padrões diferentes. Os controles já vêm ajustados conforme cálculos feitos previamente que servirão para a maioria dos casos. O primeiro botão define o tamanho do furo. O segundo botão define o tamanho da ilha. O terceiro define o tamanho do furo em relação a ilha. O botão “Capturar furos” dispara a busca pelas posições dos furos. Para se obter o resultado ideal é necessário procurar empiricamente o melhor ajuste para que a detecção seja a mais exata possível. Clique no botão “Capturar furos” e veja o resultado.

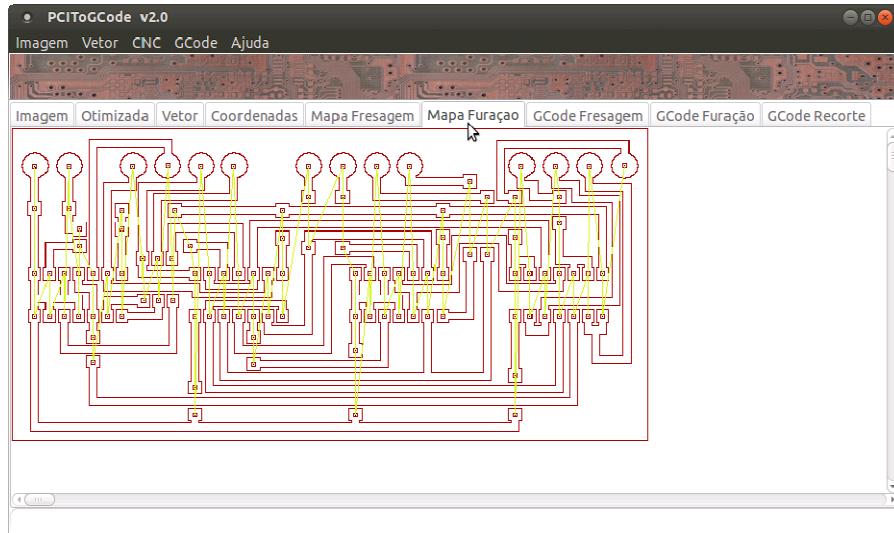


Todos os furos detectados ficam marcados com um ponto preto, então deveremos analisar a imagem e verificar se todos os furos foram capturados ou se surgiram marcações onde não é realmente um furo. Note que na parte de baixo da tela, depois de marcar uma posição no mapa de furação, podemos “Incluir” ou “Excluir” um furo.

Depois de fechar a tela podemos ver o mapa de furação com as posições dos furos indicadas por pontos pretos e as linhas amarelas indicando o deslocamento da ferramenta até o próximo furo.

## PCIToGCode

Selecione a guia “Mapa Furação”.



A imagem usada no exemplo deste manual é ideal com ótima qualidade e por isso gerou ótimos resultados.  
Não espere ter o mesmo nível de detecção em imagens com qualidade ruim.

Não é uma boa idéia tentar gerar o arquivo de furação para uma placa em momento diferente do que foi gerado o arquivo de fresagem ou depois de fechar e a abrir o programa novamente já que nas etapas de otimização, vetorização e definição das dimensões da placa pode haver pequenas diferenças fazendo com que a fresagem e a furação não casem perfeitamente.

Então sempre devemos gerar o arquivo de fresagem e o de furação no mesmo momento.

Se pretendemos fazer a furação pela maquina CNC temos que lembrar de colocar uma base de sacrifício em baixo da placa para que possa ser furada e de preferência executar a furação após a fresagem sem soltar a placa da posição para que os furos fiquem nas posições exatas.

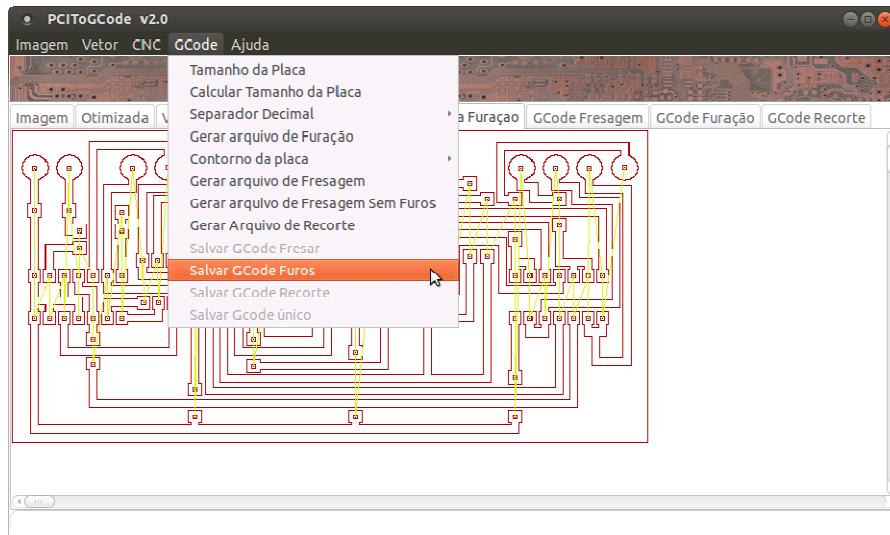
Na guia “G-Code Furação” poderemos visualizar o Código G que foi gerado para realizar a furação na maquina CNC.

```
(Arquivo de furos da PCI)
(Gerado pelo programa PCIToGCode)
(Arquivo Convertido: /home/rubens/Documentos/Engenharia/Meus Projetos/PCIToGCode/Imagens/Desenho da placa Step-Dir 3.png)
(Tamanho da placa: X=11,1 Cm Y=5,5 Cm)

G90
G21
M08
M03 S1300
M07
N1 G01 X0 Y0 Z1.5
N2 G00 X3.8917 Y48.529 Z1.5
N3 G01 X3.8917 Y48.529 Z2.3 F60
N4 G00 X3.8917 Y48.529 Z1.5
N5 G00 X3.8917 Y41.037 Z1.5
N6 G01 X3.8917 Y41.037 Z-2.3 F60
N7 G00 X3.8917 Y41.037 Z1.5
N8 G00 X3.8917 Y29.628 Z1.5
N9 G01 X3.8917 Y29.628 Z-2.3 F60
N10 G00 X3.8917 Y29.628 Z1.5
N11 G00 X3.8917 Y22.136 Z1.5
N12 G01 X3.8917 Y22.136 Z2.3 F60
N13 G00 X3.8917 Y22.136 Z1.5
N14 G00 X6.4798 Y29.628 Z1.5
```

## PCIToGCode

Para salvar o código G de furação entre no menu “GCode” e selecione o submenu “Salvar GCode Furos”:



Uma funcionalidade interessante que foi incluída nesta última versão é a possibilidade de gerar o Código G de fresagem eliminando os contornos dos furos.

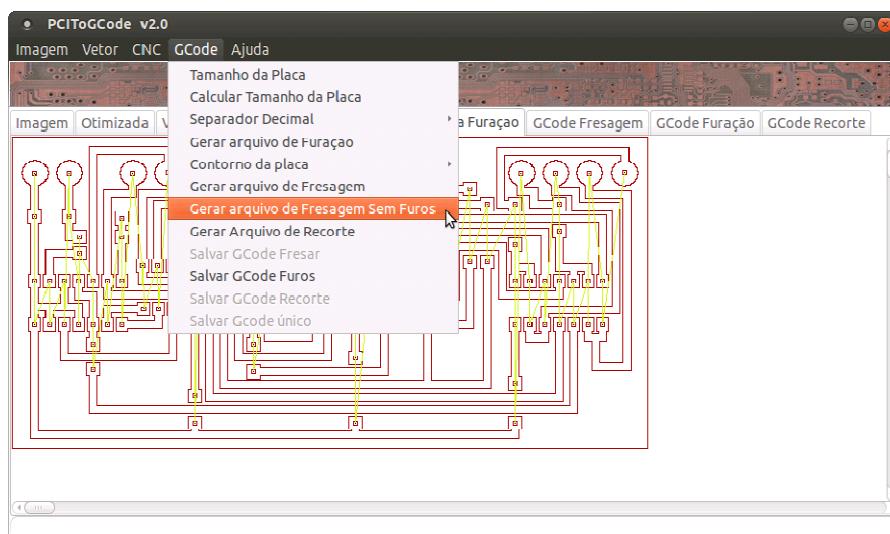
No processo de detecção dos furos o programa também detecta os contornos dos furos marcando as posições e guardando em uma memória.

Se a furação será realizada pela própria maquina não faz sentido que o contorno dos furos sejam marcados.

Dessa maneira poderemos gerar o arquivo de fresagem sem os contornos dos furos fazendo com que a fresagem dos contornos das trilhas seja bem mais eficiente e em menos tempo.

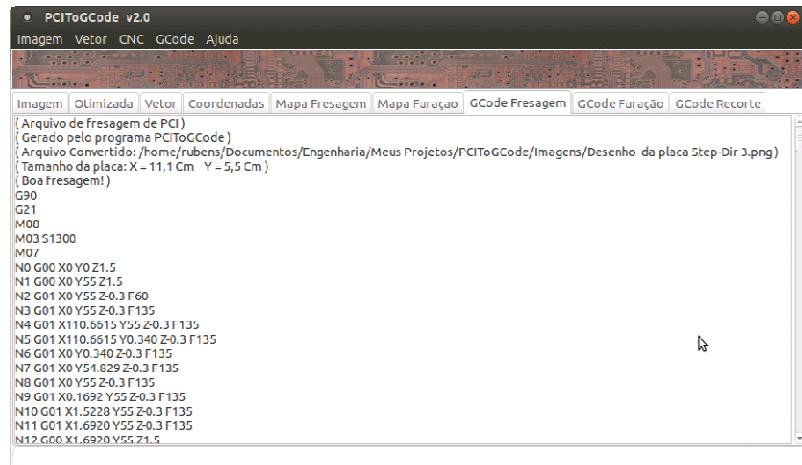
Neste exemplo desta placa que contem 111 furos o Código G com os contornos dos furos gerou um arquivo de 3838 linhas e sem os contornos de furação ficou com 2188 linhas, ou seja, foram eliminadas 1650 linhas de comandos G.

Para gerar o arquivo de fresagem sem os contornos dos furos entre no menu “GCode” e selecione o submenu “Gerar arquivo de fresagem sem furos” que é habilitado após o processo de geração do arquivo de furação.

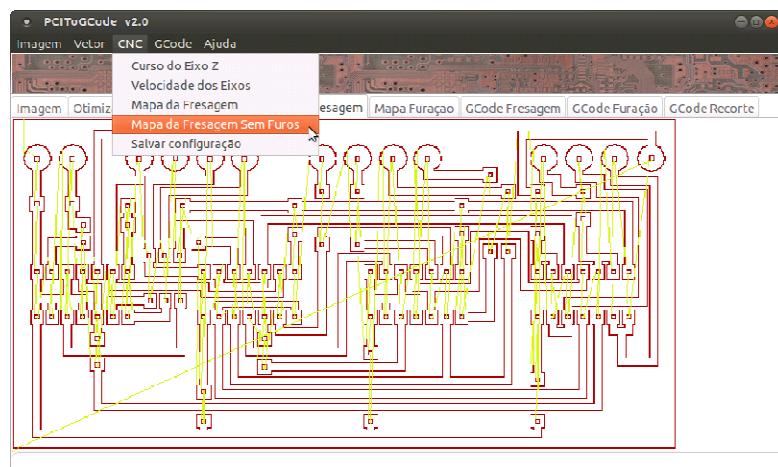


## PCIToGCode

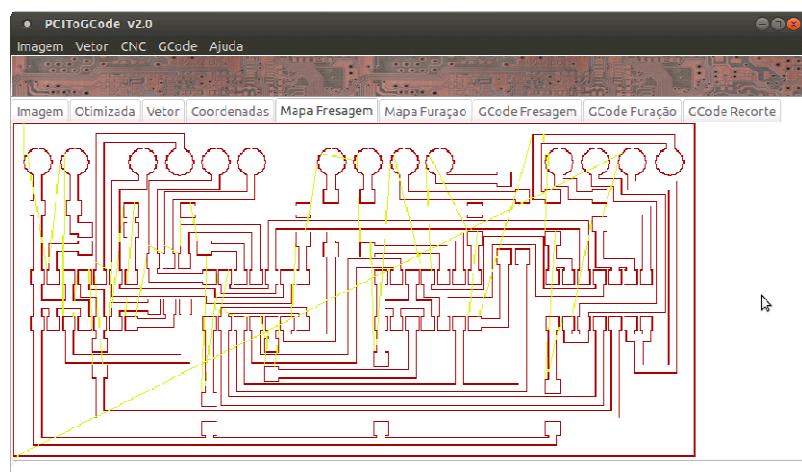
O código G de fresagem sem os contornos de furação poderão ser visualizados na guia “GCode Fresagem”.



Poderemos perceber que no menu "CNC" o submenu "Mapa de fresagem sem furos" ficou habilitado depois que a etapa de "Gerar arquivo de fresagem sem furos" foi concluída. Acesse o menu "CNC" e selecione o submenu "Mapa de Fresagem Sem Furos".

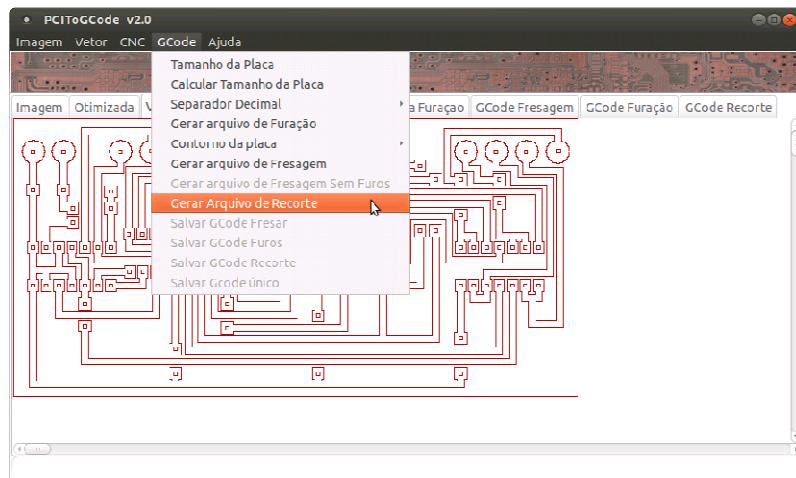


Agora poderemos visualizar o mapa de fresagem sem os contornos de furação. Note a diferença.

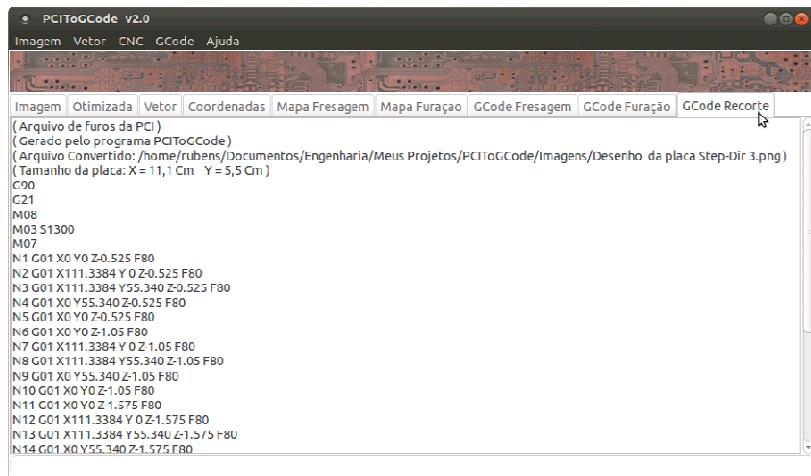


## PCIToGCode

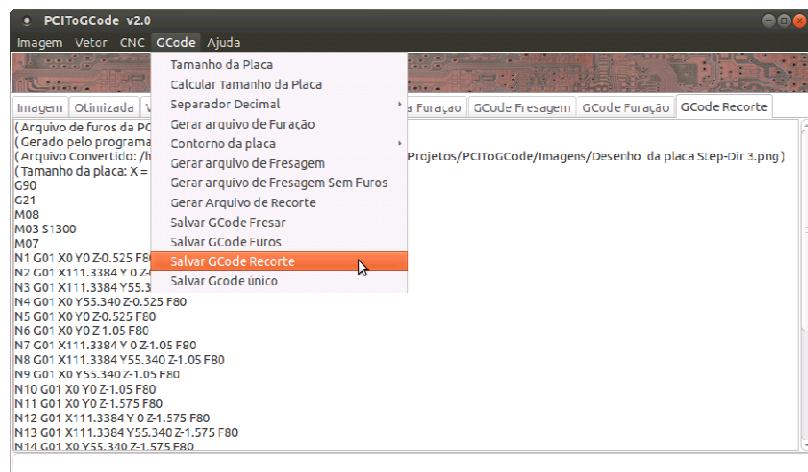
Para gerar o arquivo de Códigos G para realizar o recorte da placa clique no menu “GCode” e selecione o submenu “Gerar Arquivo de Recorte”.



Na aba “GCode Recorte” pode ser visualizado os Códigos G que realizam o recorte da placa.

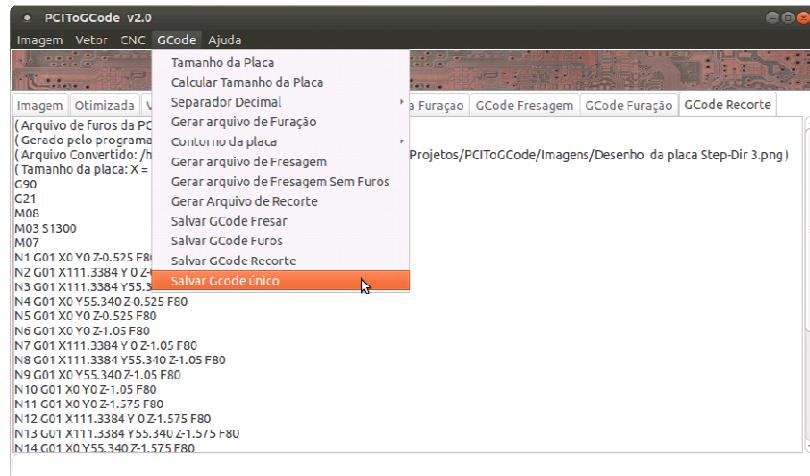


Novamente recomendamos que não soltem a placa da posição de onde foi fresada e furada para realizar o recorte com precisão. Parar salvar o arquivo clique no menu “GCode” e selecione o submenu “Salvar GCode Recorte”.



## PCIToGCode

Também é possível salvar todo o processo (Fresagem, Furação e Recorte) em apenas um arquivo. Clique no menu “GCode” e selecione o submenu “Salvar GCode único”.



Agora que já temos os arquivos de Códigos G do Fresamento, Furação e Recorte é só carregá-los no software controlador preferido de sua maquina e executá-los.

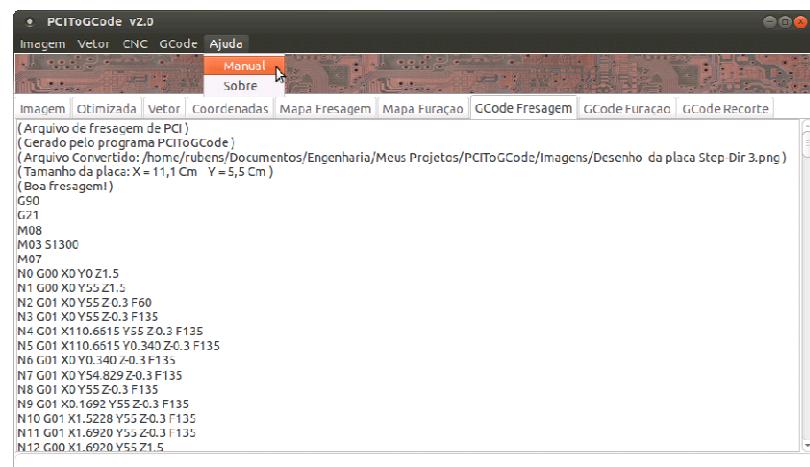
Lembrando que o posicionamento correto da ferramenta de corte para iniciar a fresagem na maquina CNC é do ponto de vista do operador que esta em frente a maquina, no canto direito e na borda que esta mais próxima do operador com a ferramenta de corte encostada na superfície da placa, neste momento deve-se zerar todos os eixos. A fresagem deve sair perfeitamente alinhada com a furação e o recorte e é por isso que é melhor executar as todas as operações sem soltar a placa para que as operações não saiam desalinhadas.

Novamente lembramos que um bom resultado depende não só de uma ótima conversão da imagem para o Código G, mas também dos ajustes da maquina CNC e principalmente da ferramenta de corte, pois as distâncias entre as trilhas podem ter décimos de mm ou menos.

Recomendamos um bom setup da maquina e até mesmo um teste fresando uma pequena reta para verificar se o sulco que a ferramenta esta fresando é bem estreito e ao mesmo tempo realmente esta isolando o cobre.

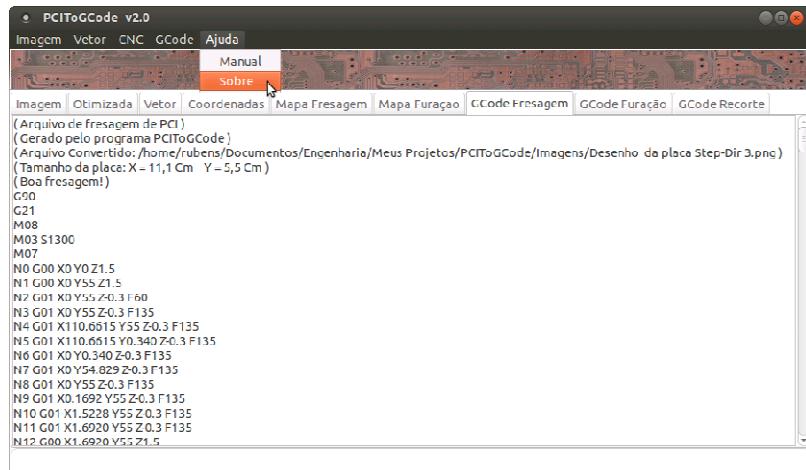
Se a maquina não tiver uma mecânica precisa uma boa ideia é que, havendo espaço na placa, as trilhas não sejam muito finas para não haver possibilidade de rompimento das trilhas. Uma ferramenta com vibração pode fresar um sulco mais largo do que o necessário e literalmente destruir as trilhas finas. Agora se a maquina tiver uma excelente precisão não é necessário se preocupar com as espessuras das trilhas.

Quando surgir alguma dúvida na utilização do programa podemos acessar este manual no menu “Ajuda” e clicando no submenu “Manual”.

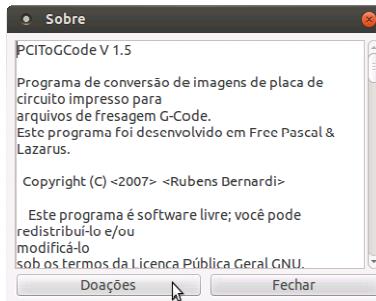


## PCIToGCode

Para visualizar informações importantes sobre o software é só abrir o menu “Ajuda” e clicar no submenu “Sobre”.



As informações sobre a licença de uso, autoria, ferramenta de desenvolvimento e outras estão na janela “Sobre”.



O Botão “Doações” direciona para uma pagina Web do PayPal para quem quiser apoiar esse projeto.

O PCIToGCode é multi-plataforma ou seja tem versão para Linux, Windows e também é possível gerar versões para MAC OS ou outros sistemas.

A aplicação também é multi-linguagem e já foi traduzido para o Inglês, Alemão e Francês.

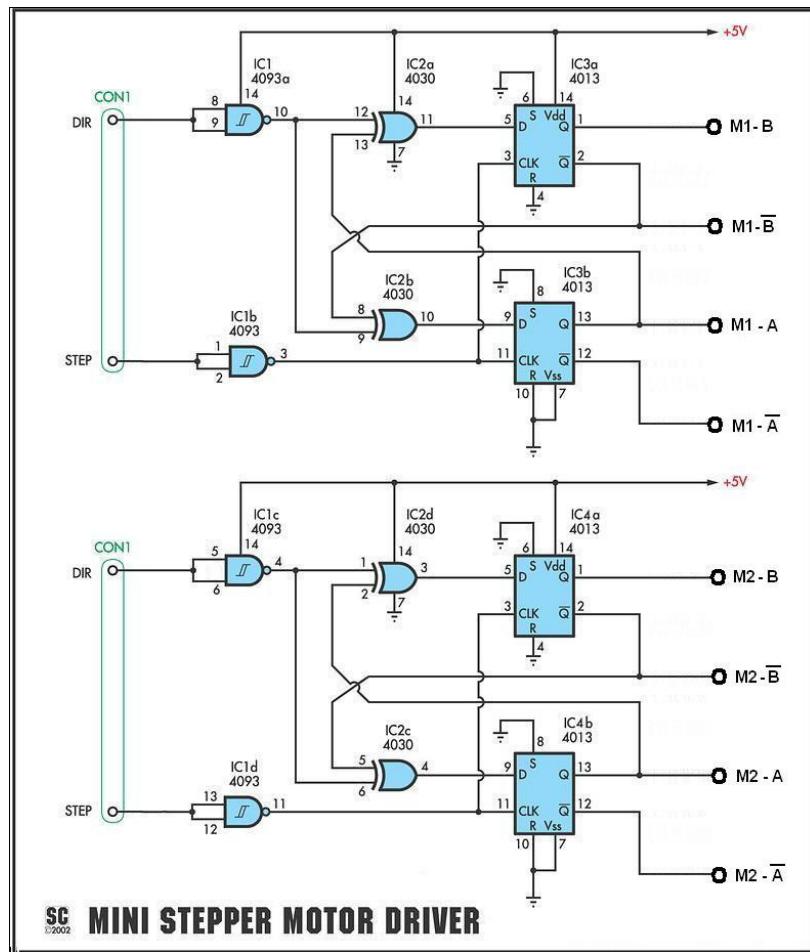
Quando a aplicação é carregada dependendo da linguagem do sistema operacional o idioma é carregado automaticamente.

Caso o seu sistema operacional seja em português e você deseja testar para outro idioma, basta abrir o PCIToGCode com o parâmetro que define o idioma, por exemplo:

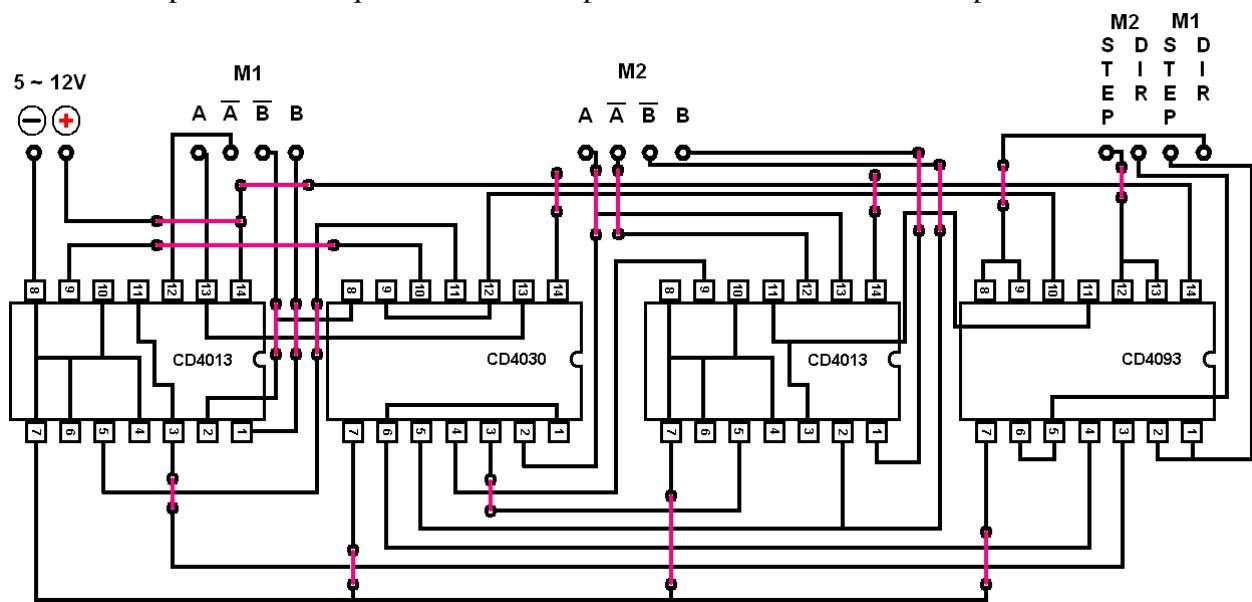
PCIToGCode.exe -l de (Alemão)  
PCIToGCode.exe -l fr (Francês)  
PCIToGCode.exe -l en (Inglês)

Se alguém tiver boa vontade de ajudar na tradução, foi feito um pequeno manual que mostra como é simples de realizar a tradução. Esse aplicativo já foi baixado em mais de 60 países então se pudermos ajudar na tradução seria ótimo.

Seguem as fotos do projeto usado como exemplo neste manual. Esquema:



Ligações físicas dos pinos dos CIs que serviu de base para desenvolver o desenho da placa:



Placa depois de pronta e com os componentes já soldados:

